

Propriétés optiques des surfaces aléatoires

Séminaire à l'initiative de Dominique Jeulin

**3 Avril 2003 à Saint-Etienne (ISTASE, 23 rue du Docteur Paul Michelon
Amphi J 108)**

Programme provisoire (le 14 Mars 2003)

10h00 Accueil

10:15-10 :30 Introduction Dominique Jeulin

Interaction rayonnement/surface, propriétés optiques des surfaces rugueuses.

10:30 – 11:15 Diffusion de la lumière dans les milieux stratifiés avec interfaces rugueuses.
Jérôme Caron, Laboratoire d'Optique des Solides (LOS), Université Paris VI.

11:15 – 12:00 Intervention de Mady Elias, Laboratoire de Recherche des Musées de France (LRMF) /
Université d'Evry Val d'Essonne (titre à préciser).

12 :00 – 12:45 Réflexion de la lumière sur une surface métallique rugueuse couverte d'un diélectrique à
surface rugueuse.
Mathieu Hébert, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse.

Déjeuner

Tribologie, Caractérisation de surfaces rugueuses.

14:15 – 15:00 Instrumentation optique et traitement du signal dédiés aux mesures de forme et de rugosité des
surfaces.
Patrick Sandoz, Laboratoire d'Optique P.M. Duffieux, U.M.R. C.N.R.S. 6603 / Université de
Franche-Comté

15:00 – 15:45 Intervention d'Hassan Zahouani, Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Système, Ecole
Centrale de Lyon (titre à préciser).

15:45 – 16:30 Propriétés morphologiques et optiques de surfaces rugueuses.
Gabriel Fricout, Centre de Morphologie Mathématique, Ecoles des Mines, Fontainebleau.

Résumés des interventions

Diffusion de la lumière dans les milieux stratifiés avec interfaces rugueuses

Jérôme Caron, Laboratoire d'Optique des Solides, Université Paris VI.

jerome.caron@los.jussieu.fr

Nous présentons une méthode de calcul de la diffusion de la lumière dans les milieux stratifiés, qui diffusent à la fois en volume (diffusion Mie) et aux interfaces (rugosités). La méthode utilisée est celle des ordonnées discrètes, basée sur l'équation de transfert radiatif scalaire. Notre traitement est une extension de travaux antérieurs sur la diffusion dans l'atmosphère, à la prise en compte des changements d'indice aux interfaces (coefficients de Fresnel).

La rugosité des interfaces est traitée par une combinaison d'un modèle d'optique physique (atténuation du spéculaire) et d'un modèle d'optique géométrique (lobe). Les résultats obtenus semblent satisfaisants dans une large gamme de régimes de diffusion. Plusieurs effets, observés expérimentalement sur des surfaces rugueuses, peuvent être introduits dans notre méthode :

- réflexion IR sur une surface métallique avec histogramme de hauteurs multi-gaussien
- diagramme de diffusion à lobe multiple observé sur du verre microsablé

Des lobes de diffusion asymétriques par rapport au plan d'incidence, ont été également observés en lumière polarisée. L'extension de notre méthode de calcul à la polarisation (avec vecteurs de Stokes) est en cours. Nous présenterons quelques résultats de comparaison entre les traitements scalaire et vectoriel, comparaison qui permet de justifier l'approximation scalaire.

Intervention de Mady Elias

Laboratoire de Recherche des Musées de France (LRMF) / Université d'Evry Val d'Essonne.
Contenu non déterminé.

Réflexion de la lumière sur une surface métallique rugueuse couverte d'un diélectrique à surface rugueuse

Mathieu Hébert, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse.
hebert@cpe.fr

Si on compare la BRDF d'une surface métallique rugueuse mesurée au gonio-photomètre et la BRDF de cette même surface prédite par le modèle de Cook-Torance, on obtient une très bonne adéquation du modèle avec la mesure. Pour la surface que nous avons considérée (surface de fer blanc à rugosité faible), on constate notamment que les lobes de diffusion ont une largeur angulaire (un σ) indépendante de l'angle d'incidence. Lorsque la surface rugueuse est couverte d'une couche de vernis à surface plane, on s'attend à ce que la largeur angulaire du lobe augmente avec l'angle d'incidence (élargissement du lobe de diffusion dû à la réfraction à travers le dioptre vernis / air). Or, l'élargissement de lobe n'est pas observée quand on mesure la BRDF de notre surface vernie. Nous mettons en cause le fait que la surface de vernis soit plane. Nous proposons, dans l'exposé, un modèle où le dioptre air/vernis n'est pas plan mais composé de micro-facettes inclinées. Nous introduisons ainsi le "inclined dielectric surface model".

Ce modèle prédit dans le plan d'incidence une BRDF conforme à la mesure.

Instrumentation optique et traitement du signal dédiés aux mesures de forme et de rugosité des surfaces

Patrick Sandoz, Laboratoire d'Optique P.M. Duffieux.
U.M.R. C.N.R.S. 6603 / Université de Franche-Comté
Tél. : 03 81 66 64 20
Fax : 03 81 66 64 28
Patrick.Sandoz@univ-fcomte.fr

Cet exposé présente les principes de base utilisés en mesure de forme et de rugosité par des moyens optiques – (triangulation, microscopie confocale, interférométrie) – et comment ces principes sont mis en œuvre pour accéder à la hauteur en un point, sur une ligne ou sur une surface bidimensionnelle. En terme de traitement du signal, la reconstruction du profil des surfaces revient le plus souvent à une extraction de la phase des signaux optiques enregistrés. Les algorithmes les plus couramment utilisés pour différents dispositifs de mesure sont basés sur des opérations trigonométriques, sur des transformations de Fourier et en ondelettes ; ils seront présentés prioritairement à partir de leurs applications à la mécanique.

Intervention de Hassan Zahouani

Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes, Ecole Centrale de Lyon.
Hassan.Zahouani@ec-lyon.fr

Le détail de la présentation n'est pas encore connu, cependant, Zahouani dirige l'équipe de Topographie des Surfaces et Abrasion du LTDS et de plus amples informations sur la thématique de recherche de ce groupe peuvent être obtenues sur le site : <http://ltds.ec-lyon.fr/> .

Propriétés morphologiques et optiques des surfaces rugueuses

Gabriel Fricout, Centre de Morphologie Mathématique, Ecole des Mines de Paris.
fricout@cmm.ensmp.fr

Il s'agit dans un premier temps d'introduire de nouvelles variables permettant de caractériser la topographies de surfaces rugueuses. En effet, de nombreux exemples montrent que certains critères usuels de caractérisation des surfaces rugueuses (R_a , R_q , W_a , DOI, tendu...) sont insuffisants pour différencier des surfaces pourtant

déclarées distinctes par un observateur humain. Ce problème devient particulièrement important lorsque ces critères de rugosité sont utilisés comme une mesure de la qualité d'une surface.

Dans cet exposé, de nouvelles variables d'ordre morphologique et statistique seront introduites et traitées dans une analyse multivariée ayant pour but la classification automatique de plusieurs surfaces selon un ordre prédéfini par un opérateur humain.

La méthode précédente sera alors testée et validée sur des topographies de surfaces réelles mesurées au moyen d'un microscope interférométrique.

Dans un second temps, des capteurs de type caméra seront envisagés afin de pouvoir effectuer un contrôle sur ligne et en continu de la qualité de l'état de surface des tôles.